

ВІДГУК

на дисертаційну роботу **Сидоренка Володимира Леонідовича**
«Екологічна безпека Чорнобильської зони відчуження:
техноприродні загрози від радіаційно небезпечних об'єктів і явищ»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дослідження. Безпека людини і навколишнього природного середовища, їх захищеність, насамперед, від техногенних і природних небезпек віднесена до проблем особливої важливості держави і суспільства, а їх рішення – до пріоритетних завдань національної безпеки.

Аналіз наукових праць, присвячених дослідженню негативного впливу наслідків Чорнобильської катастрофи на довкілля, показав, що цей процес актуальний у суспільстві, безперервний у часі і важливий у рамках не тільки державних, а і світових проблем. Глобальна актуалізація проблем Чорнобильської катастрофи, важливість її екологічної складової зумовлюють нагальну потребу збалансованого, цілісного і комплексного підходу до аналізу та розв'язання проблем екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження, що пов'язані з аварією на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС).

Особливу увагу з точки зору виникнення загроз потребують радіаційно небезпечні об'єкти, що знаходяться в Чорнобильській зоні відчуження, а саме: головні корпуси ЧАЕС, комплекс «Об'єкт «Укриття» – Новий Безпечний Конфайнмент, сховище відпрацьованого ядерного палива «мокрого» і «сухого» типу, завод з переробки рідких радіоактивних відходів, промисловий комплекс твердих радіоактивних відходів, виробничий комплекс «Вектор», пункт поховання радіоактивних відходів «Буряківка», приреакторне сховищу твердих і рідких радіоактивних відходів тощо. Зазначені об'єкти несуть потенційну небезпеку навколишньому середовищу та являють собою загрозу довкіллю. Також відносно щільне скупчення цих радіаційно небезпечних об'єктах в одному місці підвищує ймовірність виникнення ефекту «доміно» під час аварій і надзвичайних ситуацій різного характеру, особливо в умовах гібридної війни.

Об'єкт «Укриття» – потенційно небезпечний об'єкт і його небезпека зростає з часом мірою руйнування конструкцій, що постраждали під час аварії. Тому згідно зі стратегією перетворення об'єкта «Укриття» в екологічно безпечну систему основним завданням після етапу стабілізації та створення нового безпечного конфайнмента (додаткового бар'єра) є вилучення паливномістких мас високоактивних відходів, після чого передбачено підготовку до зняття з експлуатації об'єкта «Укриття». Для цього необхідно було провести заходи щодо стабілізації, створення додаткових бар'єрів і демонтажу нестабільних конструкцій.

Разом з тим, актуальною залишається проблема комплексного аналізу і оцінки впливу техноприродних загроз на рівень екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження, вирішення якої дасть змогу підвищити ефективність системи екологічного управління зазначеної території.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика

дисертаційної роботи відповідає Конституції України (ст. 16), Кодексу цивільного захисту України (гл. 12), Закону України від 25.06.1991 № 1264-XII «Про охорону навколишнього природного середовища», Закону України від 21.12.2010 № 2818-VI «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», Розпорядженню Кабінету Міністрів України від 17.10.2007 № 880-р «Про схвалення Концепції національної екологічної політики України на період до 2020 року» та змісту завершених науково-дослідних робіт «Комплексне оцінювання радіоекологічних наслідків життєдіяльності населення під час пожеж у лісах, забруднених технологічними радіонуклідами» (державний реєстраційний номер 0113U004502, Інститут державного управління у сфері цивільного захисту) (автор – відповідальний виконавець), «Дослідження техногенно-екологічних наслідків Чорнобильської катастрофи на сучасному етапі» (державний реєстраційний номер 0115U000337, Інститут державного управління у сфері цивільного захисту) (автор – науковий керівник) та «Методичних рекомендацій щодо забезпечення радіаційного захисту особового складу підрозділів оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж у зоні відчуження Чорнобильської АЕС» (державний реєстраційний номер 0116U003794, Український науково-дослідний інститут цивільного захисту) (автор – виконавець).

Наукова новизна. В дисертації розв'язується важлива науково-прикладна проблема комплексного аналізу і оцінки впливу техноприродних загроз на рівень екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження, вирішення якої дасть змогу підвищити ефективність системи екологічного управління зазначеної території. Наукову новизну визначають такі теоретичні та експериментальні результати досліджень:

- *вперше* розроблено методологічні засади наукового обґрунтування рівня екологічної небезпеки об'єкта «Укриття», що надало змогу прогнозувати ступінь впливу небезпечних радіаційних подій на довкілля;
- *вперше* проведено моделювання небезпечних процесів і комплексне оцінювання можливих техногенно-радіаційних небезпек сховища відпрацьованого ядерного палива «мокрого» типу, що дозволило робити прогноз впливу негативних чинників на навколишнє середовище у разі виникнення аварій та аварійних ситуацій на об'єкті;
- *вперше* науково обґрунтовано доцільність застосування методології прикладного системного аналізу (системно-структурної парадигми) для дослідження процесу поведінки з радіоактивними відходами, що надало змогу розуміти цей процес як систему зі статичними і динамічними властивостями та враховувати її в загальній системі комплексної екологічної безпеки;
- *вперше* на основі проведених експериментальних досліджень в натуральних (польових) умовах в Чорнобильській зоні відчуження було вивчено закономірності поведінки лісових горючих матеріалів та розповсюдження радіоактивних продуктів згоряння під час вогневих випробувань, що дало можливість провести тестування моделей процесів виникнення і розвитку

лісової пожежі, міграції радіоактивних продуктів згоряння в атмосферному повітрі та оцінки радіоекологічних наслідків;

- *удосконалено* методичний підхід до аналізу радіаційного ризику та оцінки радіологічних наслідків під час гасіння пожежі на об'єкті «Укриття», засновану на математичному апараті для аналізу впливу різних чинників небезпеки на персонал об'єкта і пожежно-рятувальних підрозділів, що дозволило розраховувати вплив радіоактивних продуктів згоряння на довкілля;
- *удосконалено* математичну модель чисельного моделювання викиду радіоактивних продуктів згоряння, що дає змогу моделювати процес міграції та осадження радіоактивних частинок (на основі системи рівнянь мезомасштабної моделі в атмосферному пограничному шарі) та, в подальшому, прогнозувати шкідливий вплив на навколишнє середовище;
- *набуло подальшого розвитку* концепція побудови технічної системи екологічного моніторингу Чорнобильської зони відчуження на основі надвисокочастотного радіометра, що зможе забезпечити раннє виявлення небезпечних подій і ситуацій на території, що контролюється, та вчасно проводити превентивні заходи;
- *набуло подальшого розвитку* напрями вдосконалення мобільної лабораторії комплексної оцінки та прогнозування надзвичайних ситуацій для забезпечення оперативного контролю радіаційного стану навколо радіаційно небезпечних об'єктів в аварійних і післяаварійних ситуаціях;
- *набуло подальшого розвитку* концептуальні основи системи менеджменту еколого-радіаційних небезпек Чорнобильської зони відчуження, що дає змогу забезпечити інформаційно-технічну підтримку ступеня обґрунтованості прийняття управлінських рішень в критичних ситуаціях.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечено ретельним і глибоким аналізом джерел інформації, відповідністю методів дослідження поставленим в роботі меті і завданням, коректним застосуванням методу комп'ютерного моделювання процесів міграції радіоактивних продуктів згоряння, застосуванням апробованих фізико-хімічних та аналітичних методів досліджень, необхідним обсягом натуральних і експериментальних лабораторних досліджень, отриманих з використанням стандартних методик, метрологічно атестованого обладнання і повірених засобів вимірювання, застосуванням відповідного комп'ютерного програмного забезпечення, поширеною апробацією і практичним впровадженням результатів.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності. Дисертація складається з анотації, переліку умовних скорочень, вступу, семи розділів (що містять 58 таблиць та 91 рисунок) зі списками використаних джерел (всього 319 найменувань), загальних висновків та 14 додатків. Загальний обсяг дисертації – 470 сторінок, з них 339 сторінок основного тексту.

В результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертаційній роботі запропоновано та обґрунтовано нові наукові положення, висновки та рекомендації, що розкривають особливості та закономірності впливу техноприродних загроз від радіаційно небезпечних

об'єктів і явищ на рівень екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження. Це дає змогу розвинути наукові засади створення нових сучасних систем екологічного моніторингу і менеджменту досліджуваної території. Матеріали роботи пройшли апробацію та мають впровадження, підтверджені відповідними актами. Основні результати роботи зводяться до наступних положень.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету та завдання дослідження, перелічено основні методи досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, публікації, обсяг і структуру дисертації.

У першому розділі проаналізовано еколого-радіаційний стан Чорнобильської зони відчуження та загрози його погіршення. Визначено, що найбільшу еколого-радіаційну загрозу довкіллю становлять потенційно небезпечні об'єкти, розташовані у Чорнобильській зоні відчуження, особливо об'єкт «Укриття» та сховище відпрацьованого ядерного палива мокрого типу, на яких можливо виникнення аварії з викидом радіоактивних речовин. Показано, що для безпечного поводження з радіаційними матеріалами в Україні необхідно розробити нові підходи та нормативно-правові документи для посилення обліку радіаційних матеріалів і запобігання терористичним проявам і їх попередження. Це має бути перспективним напрямом забезпечення національної безпеки. Аналіз існуючих систем контролю і обліку радіоактивних матеріалів засвідчує, що необхідним пріоритетним напрямом у забезпеченні радіаційної безпеки є створення нової системи, що складається із збалансованого і взаємозалежного комплексу функцій центральних органів, аналітичного і кризового центру в поєднанні наглядових і правоохоронних органів. Зазначено, що після аварії на ЧАЕС кількість пожеж та площ пошкоджень вогнем лісів у Чорнобильській зоні відчуження та гарантованого відселення збільшилось, що обумовлено впливом комплексу соціально-економічних та радіаційно-лісових чинників, серед яких головними є погіршення протипожежної охорони, протипожежного стану лісових масивів, недостатня ефективність протипожежної профілактики. Значні площі пошкодження та загибелі радіоактивно-забруднених лісів від вогню та загроза вторинного забруднення радіонуклідами чистих територій потребують уваги до питань протипожежного стану лісів у зазначених зонах, розробки та впровадження спеціалізованої більш ефективної системи протипожежної охорони. Указано, що одним з головних завдань є раннє виявлення причин виникнення лісових пожеж, мінімізація їх наслідків та забезпечення радіаційного захисту населення від негативного впливу радіоактивної хмари.

У другому розділі проаналізовано методики дослідження впливу радіаційно небезпечних об'єктів Чорнобильської зони відчуження на довкілля та різноманітні математичні моделі прогнозування екологічних наслідків атмосферного забруднення навколишнього середовища в процесі розвитку аварії на вибухопожежонебезпечних об'єктах. Розроблено методику дослідження виникнення та розвитку пожежі в приміщеннях об'єкта «Укриття».

Доповнено, уточнено та конкретизовано принципи виконання аналізу безпеки об'єкта «Укриття» та сховища відпрацьованого ядерного палива «мокрого» типу з урахуванням міжнародного досвіду і досягнутого рівня безпеки шляхом забезпечення достатніх запасів безпеки, виконання ймовірнісних критеріїв безпеки, компенсації можливих небажаних ефектів, забезпечення високого рівня довіри до результатів науково-технічних обґрунтувань. Запропоновано алгоритм виконання аналізу безпеки експлуатації та критерії прийняття рішень з безпеки цих об'єктів. Визначено елементи процесу впровадження оцінок безпеки. Реалізовано алгоритм ухвалення рішень, що в загальному випадку включає етапи ідентифікації безпеки об'єкта, визначення й аналізу рішень на відповідність установленим вимогам і критеріям, впровадження і моніторингу ефективності ухваленого рішення. Для кожного з них запропоновано шляхи реалізації, сформульовано критерії прийнятності безпеки об'єктів під час експлуатації та рекомендації для їх практичного використання. Зазначено, що рішення про підвищення рівня безпеки зазначених об'єктів має враховувати всі можливі аспекти, що вказує на необхідність звернення до математичних моделей підтримки ухвалення рішень. Застосовано метод аналізу ієрархій для ухвалення зваженого та обґрунтованого рішення, запропоновано вагові коефіцієнти з розглянутих аспектів, розроблено базові шкали і матриця для ухвалення рішень. Визначено методику дослідження лісових пожеж у Чорнобильській зоні відчуження та екологічно-радіаційних наслідків від них тощо.

У третьому розділі дана загальна характеристика моделей техноприродних небезпек, зокрема моделей математичного моделювання техногенних та природних небезпек, що можливі в Чорнобильській зоні відчуження. Проведено математичне моделювання викиду у повітря радіонуклідів під час пожежі на об'єкті «Укриття». Розраховано значення густини випадіння радіоактивних продуктів згоряння під час локальної пожежі на об'єкті «Укриття». Розроблено блок-схема організації розрахунків характеристик забруднення повітря і ґрунту під час аварійного викиду радіоактивних продуктів згоряння і пилу з об'єкта «Укриття». Одержано характерні залежності висоти хмари радіоактивних продуктів згоряння від відстані, повну функцію виснаження для висотної частини її викиду, приземну об'ємну активність у повітрі в часі. Візуалізовано густину поверхневого забруднення, що одержано інтегруванням за часом загальної інтенсивності осідання домішки на земну поверхню. Запропоновано модель процесу тепломасообігу в сховищі відпрацьованого ядерного палива, що дає можливість із заданим значенням розрахувати теплотехнічну надійність об'єкта під час впливу різного виду навантаги. Наведено результати розрахункових аналізів аварій у сховищі, що характеризуються втратою функції тепловідведення від басейну витримки та течєю з нього, а також додаткову оцінку впливу окремих параметрів моделювання басейна витримки. Описано основні аварійні процеси в басейні витримки. Розроблено інформаційну модель виникнення і розвитку лісової пожежі. Показано схематичну структуру зони лісової пожежі. Отримано результати моделювання низової лісової пожежі хвойних лісів і розрахунку основних характеристик у залежності від маси лісових горючих матеріалів.

Підтверджено правильність використання базової системи рівнянь мезомасштабної моделі в атмосферному пограничному шарі для відтворення локальних атмосферних процесів на обмеженій території. Для описання утворення та поширення шлейфа диму і випадіння з нього частинок радіоактивних продуктів згоряння було розроблено трьохмірну модель з використанням рівнів імпульсу, маси й енергії повітряного потоку та кількості частинок у димовому шлейфі. Змодельовано динаміку переміщення димової хмари в просторі та зміни густини випадіння летких частинок радіоактивних продуктів згоряння на сліді димового шлейфу. За допомогою моделі утворення радіоактивної димової хмари та її міграції в атмосферному повітрі проведено дослідження процесів поширення радіоактивних аерозолів і газових складових з урахуванням конвекції, турбулентного обміну, вологості, сили і напрямку вітру над зоною горіння.

У четвертому розділі за розробленою схемою надходження радіоактивних продуктів згоряння в організм людини проведено оцінку їх впливу на довкілля. Розраховано дані про значення максимальної індивідуальної дози, що може бути отримана персоналом у результаті локальної пожежі на об'єкті «Укриття» за різних погодних умов та на різних віддалях від місця пожежі. Запропоновано методологію математичного моделювання технічного стану складного комплексу Новий безпечний конфайнмент – об'єкт «Укриття», що дозволяє з обґрунтованим ступенем точності оцінити основні показники його надійності, а саме: ймовірність та середній час безвідмовної роботи, гамма-відсотковий ресурс або напрацювання, протягом яких об'єкт не досягне граничного стану із заданою ймовірністю, інтенсивність відмов. Пропонований підхід до моделювання технічного стану комплексу дозволяє врахувати під час оцінки ресурсу більшість відомих експлуатаційних факторів, включаючи дані про навантагу, дії зовнішніх фізичних і хімічних полів, що підвищує точність його оцінки. Зазначено, що точність оцінки ресурсу комплексу в будь-якому випадку буде залежить від достовірності вихідної інформації про зовнішні дії і вибору моделі накопичення пошкоджень.

У п'ятому розділі проведено оцінювання радіаційних небезпек сховища відпрацьованого ядерного палива «мокрого» типу та їх екологічних наслідків, а саме: екологічних наслідків під час експлуатації об'єкта, безпеки басейну витримки в умовах невизначеності, надійності конструкції і теплофізичної безпеки басейну витримки, вибухопожежної небезпеки в процесі зберігання відпрацьованого ядерного палива. Науково обґрунтовано доцільність застосування методології прикладного системного аналізу для удосконалення процесу поводження з радіоактивними відходами, що надало змогу розуміти цей процес як систему зі статичними і динамічними властивостями та враховувати її в загальній системі комплексної екологічної безпеки.

У шостому розділі проведено натуральні дослідження лісових пожеж у Чорнобильській зоні відчуження за допомогою сучасного аналітичного обладнання, що дозволило отримати значення радіоактивного забруднення навколишнього середовища. За результатами лабораторних досліджень змодельовано процеси високотемпературної сублімації горючого лісового

матеріалу та виносу радіоактивного цезію у повітря. Проведено порівняльний аналіз результатів натуральних і лабораторних досліджень з відомими вогневыми контрольованими лісовими пожежами. Проведено оцінку радіаційного ризику під час гасіння пожежі. Визначено рівні внутрішнього і зовнішнього опромінення учасників гасіння лісової пожежі з радіаційно небезпечним фактором. Спрогнозовано еколого-радіаційна ситуація після лісової пожежі. Визначено радіаційний ризик і дозову навантагу для населення під час лісових пожеж з радіаційно небезпечним фактором. Розраховано колективні дози опромінення критичної групи населення. Отримано дані про колективний радіаційний ризик ураження для населення в місцях, що піддалися забрудненню техногенними радіонуклідами. Визначено збиток від радіації для населення України від пожеж у лісах, забруднених техногенними радіонуклідами.

У цьому розділі сформовано концептуальні основи розробки спеціальних систем контролю за лісопожежною обстановкою в Чорнобильській зоні відчуження за допомогою надвисокочастотного радіометра. Описано тактико-технічні та експлуатаційні характеристики представлених систем контролю та способи їх практичного використання. Запропоновано варіант створення мобільного лабораторного комплексу для забезпечення оперативного контролю радіаційного стану навколо радіаційно небезпечних об'єктів в аварійних і післяаварійних ситуаціях, дистанційного і контактного контролю радіонуклідів в атмосферному повітрі, ґрунті, воді тощо для прийняття управлінських рішень щодо мінімізації наслідків радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій з радіаційно небезпечними факторами. Підібрано оптимальний склад сучасної наукоємної апаратури та приладів цих комплексів, що дозволить проводити інтегральну оцінку радіаційних ризиків, прогнозувати виникнення та розвиток надзвичайних ситуацій, оперативно здійснювати розробку і впровадження першочергових заходів з ліквідації та пом'якшення можливих наслідків радіаційних аварій. Розроблено концептуальні основи забезпечення еколого-радіаційної безпеки на основі створеної структурної схеми контролю і керування важкими радіаційними аваріями. Розраховано дози опромінення населення під час важкої аварії на радіаційно небезпечних об'єктах в залежності від відстані до місця радіаційної аварії, значення індивідуального і колективного ризиків для людей, що можуть постраждати від радіаційної аварії в залежності від збитків, залежності протяжності зон радіоактивного забруднення в момент радіаційної аварії на радіаційно небезпечних об'єктах уздовж осі сліду від висоти аварійного викиду і погодних умов, дані по прогнозуванню ефективної і еквівалентної дози на щитовидну залозу і контрзаходи, що повинні застосовуватися під час аварії на радіаційно небезпечних об'єктах для людей, які знаходяться в Чорнобильській зоні відчуження, залежності можливого колективного ризику для людей від відстані та різних сценаріїв прийняття управлінських рішень.

Загальні висновки логічно впливають з викладеного матеріалу та свідчать про реалізацію завдань дослідження і досягнення поставленої мети.

У додатках надано допоміжний матеріал та акти практичного впровадження результатів роботи.

Дисертація написана грамотною технічною українською мовою у логічній послідовності. Тексту притаманні смислова закінченість, цілісність і зв'язаність. Мова і стиль викладання чітко і зрозуміло висвітлюють здобуті науково-практичні результати з використанням загальноприйнятих норм і класичних правил стилістики. Методологія дисертації є сучасною, включає широке використання математичних методів обробки здобутих результатів, моделювання та їх експериментальну перевірку. Досить повно представлений математичний апарат проведених досліджень. Текстовий матеріал супроводжується достатньою кількістю наочного матеріалу.

Дисертаційна робота характеризується логічністю, послідовним викладенням матеріалу, науковим стилем, висновками і пропозиціями, що мають наукову новизну та є завершеною і самостійною роботою.

Практичне значення отриманих результатів полягає у впровадженні результатів і положень дисертації в системи моніторингу і менеджменту стану екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження. До результатів, здобутих у дисертаційній роботі, що мають практичну цінність, належать наступні положення:

1) практична реалізація розроблених методик моделювання розповсюдження радіоактивних продуктів згоряння і разом з ним дефляції легких радіоактивних частинок техногенних радіонуклідів під час лісових пожеж на забруднених радіоактивними речовинами територіях та аварій і аварійних ситуаціях на радіаційно небезпечних об'єктів у відповідному програмному середовищі персонального обчислювального комплексу забезпечить вчасне прогнозування еколого-радіаційних наслідків у навколишньому середовищі;

2) практичне використання методики оцінки радіаційного ризику пожежних і рятувальників під час гасіння лісових пожеж і пожеж на радіаційно небезпечних об'єктах Чорнобильської зони відчуження забезпечить проведення постійного і якісного контролю внутрішнього і зовнішнього опромінення зазначеної категорії осіб;

3) практичне застосування методики оцінки радіаційного ризику і дозових навантажень для населення під час лісових пожеж з радіаційно небезпечним фактором та аварій на радіаційно небезпечних об'єктах забезпечить вчасне прийняття контрмір із захисту здоров'я мешканців територій, що піддались впливу радіоактивних продуктів згоряння або шкідливих речовин;

4) практичне впровадження прикладного системного аналізу в процес поводження з радіоактивними відходами значно покращить загальну систему комплексної екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження;

5) побудова та експлуатація технічної системи екологічного моніторингу Чорнобильської зони відчуження на основі надвисокочастотний радіометра зможе забезпечити раннє виявлення небезпечних подій і ситуацій на території, що контролюється, та вчасне проведення превентивних заходів;

6) практична реалізація концепції мобільної лабораторії комплексної оцінки та прогнозування надзвичайних ситуацій дозволить забезпечити оперативний контроль радіаційного стану навколо радіаційно небезпечних

об'єктів в аварійних і післяаварійних ситуаціях;

7) впровадження в практичну діяльність концептуальних основ системи менеджменту еколого-радіаційних небезпек Чорнобильської зони відчуження дасть можливість забезпечити інформаційно-технічну підтримку ступеня обґрунтованості прийняття управлінських рішень в критичних ситуаціях.

За безпосередньою участю автора окремі результати дисертаційної роботи впроваджено в діяльність Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, Головного управління ДСНС України у Київській області (по зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення), Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, Національного університету цивільного захисту України, Інституту державного управління у сфері цивільного захисту.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. За темою дисертаційної роботи опубліковано 75 наукових праць. З них основні положення та важливіші результати дисертації опубліковано в 21 статті, включених до Переліку наукових фахових видань України, 3 статтях у наукових періодичних виданнях інших держав, 4 колективних монографіях, 3 публікаціях в інших наукових виданнях та 33 тезах доповідей на наукових конгресах, конференціях і семінарах. Додатково наукові результати дисертації відображено у 12 публікаціях.

Опубліковані праці охоплюють весь матеріал роботи, а їх кількість відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 23.09.2019 № 1220.

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації. Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і повністю відображає основні її науково-практичні результати, що отримані здобувачем.

Оформлення дисертації за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України (наказ від 12.10.2017 № 40). Мова і стиль викладання дисертації і автореферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Загальна оцінка роботи. Дисертація та автореферат написані коректно та мають завершену логічну структуру. Поставлену автором мету досягнуто, сформульовані задачі вирішено, а висновки відображають основний зміст роботи.

Зауваження та упущення в дисертаційній роботі.

1. У дисертаційній роботі не у повній мірі відображено видовий склад лісових насаджень, який рекомендується використовувати для пожежостійких узлісь у Чорнобильській зоні.
2. У роботі не чітко вказано – де спостерігається більша активність радіонуклідів – на відкритому просторі чи у фітоценозах і яких?
3. У розділі 6 (рис. 6.20) при описі концентрації ^{137}Cs у димових частках в залежності від відстані до ЧАЕС слід було детальніше описати та дослідити видовий склад трав, оскільки вони мають різну толерантність стосовно

радіонуклідів.

4. Слід додатково вказати, чи доцільно у роботі для розрахунків сухого осідання радіоактивних частинок під час лісових пожеж використовувати закон Стокса (розділ 6, формули 6.3, 6.4), оскільки дим – це сукупність різних домішок, в тому числі і вологи.

5. У роботі недостатньо відображено вплив випадання ^{137}Cs під час лісових пожеж на екотоп (кліматоп, гігратоп, едафотоп).

6. Не вказано який ступінь захисту від радіоактивного випромінювання мають сучасні пожежно-рятувальні автомобілі, які здійснюють гасіння лісових пожеж у Чорнобильській зоні, чи доцільно їх використовувати для пожежогасіння з точки зору безпеки рятувальників?

Наведені вище зауваження не впливають на обґрунтованість наукових положень і висновків дисертації і не знижують наукової новизни і практичного значення здобутих результатів.

Висновок. На підставі вивчення рукопису дисертаційної роботи і автореферату Сидоренка В. Л. можна стверджувати, що дана робота є завершеною кваліфікаційною працею в якій автором вирішено проблему комплексного аналізу і оцінки впливу техноприродних загроз на рівень екологічної безпеки Чорнобильської зони відчуження.

Результати роботи містять наукову новизну і мають практичне значення. Зміст дисертації відповідає спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам до докторських дисертацій пунктів 9, 10, 12, 13, 14 Положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567, зі змінами згідно постанов Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 № 656 та від 30.12.2015 № 1159, а сам автор Сидоренко Володимир Леонідович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

начальник навчально-наукового
інституту цивільного захисту
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності
доктор технічних наук, доцент
«09» _____ 10 2020 р.

В. В. Попович

Підпис доц. Поповича В. В. засвідчую.

Учений секретар *Роман Лаврещук*

12.10.2020

